

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Закономерности развития высокотехнологичных ВЭД России: статистический анализ |

УДК 519.233:338.45:316.422

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 0В71 | Хижняк Алина Викторовна | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|---------|------|
| Доцент ОЭФ ИЯТШ | Михальчук Александр Александрович | Кандидат ф-м. наук, доцент | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Спицына Любовь Юрьевна | К.э.н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Мезенцева Ирина Леонидовна | - | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|-------------------------|----------------------------|---------|------|
| Руководитель ООП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» | Крицкий Олег Леонидович | Кандидат ф-м. наук, доцент | | |

Школа Инженерная школа ядерных технологий
 Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
26.04.2021 Крицкий О.Л.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

| |
|----------------------------|
| Бакалаврской работы |
|----------------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------------------|
| 0B71 | Хижняк Алине Викторовне |

Тема работы:

| | |
|--|--|
| Закономерности развития высокотехнологичных ВЭД России: статистический анализ | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 14.06.2020 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Российские предприятия высокотехнологичных ВЭД. |
|--|---|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Методами дисперсионного анализа исследовать влияние экономического кризиса на предприятия высокотехнологичных ВЭД России.</p> |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Сравнение выборок с нормальным законом распределения (рис. 1), сравнение выборок по числовым характеристикам (рис.2-6).</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| Раздел | Консультант |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Спицына Любовь Юрьевна |
| Социальная ответственность | Мезенцева Ирина Леонидовна |

| | |
|--|--|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | |
|--|--|

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

| | | | | |
|------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ОЭФ ИЯТШ | Крицкий Олег Леонидович | Кандидат ф-м. наук, доцент | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 0В71 | Хижняк Алина Викторовна | | |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------------------|
| 0В71 | Хижняк Алина Викторовна |

| Школа | ИЯТШ | Отделение школы (НОЦ) | ОЭФ |
|----------------------------|----------|----------------------------------|---|
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 01.03.02 Прикладная математика и информатика |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | <i>Бюджет проекта – не более 124910,46 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 51 376 руб.</i> |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | <i>1. Минимальное значение интегрального показателя ресурсоэффективности - 4 балла</i> |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | <i>1. Отчисления во внебюджетные фонды (30%)</i> |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. SWOT – анализ. |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований | 1. Разработка структуры работы в рамках научного исследования; 2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; 3. Бюджет научно – технического исследования. |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | 1. Определение интегрального показателя ресурсоэффективности разработки; |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
|-----------|-----|------------------------|---------|------|

| | | | | |
|------------------|---------------------------|--------|--|--|
| Доцент ОСГН ШБИП | Спицына Любовь Юрьевна | к.э.н. | | |
|------------------|---------------------------|--------|--|--|

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------|
| 0В71 | Хижняк Алина Викторовна | | |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------------------|
| 0В71 | Хижняк Алине Викторовне |

| Школа | ИЯТШ | Отделение (НОЦ) | Экспериментальной физики |
|---------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | Прикладная математика и информатика |

Тема ВКР:

| | |
|---|---|
| Закономерности развития высокотехнологичных ВЭД России: статистический анализ | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | <p><i>Объект исследования: финансовые показатели высокотехнологичных ВЭД России.</i></p> <p><i>Область применения: статистика.</i></p> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <p><i>Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021).</i></p> <p><i>ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя.</i></p> |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | <p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - отклонение параметров микроклимата в помещении; - недостаточная освещённость рабочей зоны; - повышенный уровень шума на рабочем месте. <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - опасность поражения электрическим током. |
| 3. Экологическая безопасность: | <p><i>Атмосфера: загрязнение воздуха выбросами с электростанции;</i></p> <p><i>Литосфера/Гидросфера: наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.);</i></p> |

| | |
|--|---|
| | - разработка организационных и технических мероприятий по защите окружающей среды. |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | <p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - природного характера: повышение уровня воды, град; - техногенного характера: обрушение зданий, пожары, прекращение подачи электроэнергии; <p>Наиболее типичная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожар. |

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Мезенцева И.Л. | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------------|
| 0В71 | Хижняк Алина Викторовна | | 02.05.2021 |

Реферат

Выпускная квалификационная выполнена на 65 страницах, содержит 29 таблиц, 6 рисунков, 12 источников.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, предприятия, эффективность, материалоемкость, зарплатоемкость.

Объектом исследования являются предприятия высокотехнологичных ВЭД России.

Цель работы: исследование эффективности развития предприятий в период 2013-2017 гг. в России в зависимости от размера предприятия и вида экономической деятельности. Общая выборка составила 998 предприятий. Период исследования: 2013 – 2017 гг.

Методы проведения работы: теоретические (изучение литературы, обзор методов дисперсионного анализа) и практические (применение непараметрического метода).

В результате исследования было установлено, что снижение материалоемкости и зарплатоемкости ведут к повышению доли добавленной стоимости и эффективности производства в условиях кризисного периода 2013-2017 гг. Это демонстрируют предприятия сектора научных исследований и разработок, а также малые и микропредприятия высокотехнологичных отраслей.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ВЭД – вид экономической деятельности.

ДА – дисперсионный анализ.

Кр – крупные предприятия.

Ср – средние предприятия.

Мл – малые предприятия.

Мк – микропредприятия.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания»

2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)

3. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования от 01.03.1986: дата введения 01.01.1979

4. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

5. ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61140:2016) Защита от поражения электрическим током. Общие положения для электроустановок и электрооборудования

Оглавление

| | |
|--|----|
| Реферат..... | 14 |
| Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки..... | 9 |
| Введение..... | 12 |
| 1. Дисперсионный анализ..... | 13 |
| 1.1. Параметрический дисперсионный анализ..... | 13 |
| 1.2. Непараметрический дисперсионный анализ..... | 16 |
| 2. Применение методов дисперсионного анализа | 26 |
| 2.1. Исходные данные..... | 26 |
| 2.2. Исследуемый показатель..... | 27 |
| 2.3. Анализ исходных данных..... | 27 |
| 2.4. Анализ динамики | 28 |
| 2.5. Результаты проведённого исследования | 35 |
| 3. Социальная ответственность..... | 37 |
| 3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности 37 | |
| 3.2. Производственная безопасность | 37 |
| 3.3. Экологическая безопасность | 42 |
| 3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 42 |
| 3.5. Выводы по разделу | 43 |
| 4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 44 | |
| 4.1. Потенциальные потребители результатов исследования | 44 |
| 4.2. Анализ конкурентных технических решений..... | 45 |

| | |
|---|----|
| 4.3. SWOT-анализ..... | 46 |
| 4.4. Планирование научно-исследовательских работ | 48 |
| 4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования..... | 48 |
| 4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования | 49 |
| 4.5. Бюджет научно-технического исследования (НТИ) | 53 |
| 4.5.1. Расчёт материальных затрат НТИ..... | 54 |
| 4.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 54 |
| 4.5.3. Основная заработная плата..... | 55 |
| 4.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) 57 | |
| 4.5.5. Накладные расходы | 57 |
| 4.5.6. Формирование бюджета затрат НТИ..... | 58 |
| 4.6. Определение ресурсной эффективности исследования..... | 58 |
| 4.7. Выводы по разделу | 59 |
| Заключение | 61 |
| Список публикаций студента | 63 |
| Список использованных источников | 64 |

Введение

В данной работе исследуются показатели, характеризующие эффективность производственной деятельности предприятий. Расчёты проводятся на уровне предприятий в разрезе высокотехнологичных отраслей, их размеров и временных периодов. Метод исследования: дисперсионный анализ.

Целью настоящей работы является исследование эффективности развития предприятий в период 2013-2017 гг. в России в зависимости от размера предприятия и вида экономической деятельности. Под эффективностью мы понимаем следующие показатели: сырьё/выручка и зарплата/выручка. Чем меньше эти показатели, тем выше эффективность производства.

Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи:

1. Сбор исходных данных;
2. Сформировать выборки предприятий для анализа.
3. Провести проверку соответствия распределений исследуемых показателей нормальному закону распределения.
4. Выполнить дисперсионный анализ показателей предприятий в разрезе ВЭД и размеров предприятий.

Период исследования: 2013-2017 гг.

1. Дисперсионный анализ

1.1. Параметрический дисперсионный анализ

Дисперсионный анализ (ANOVA - *Analysis of variation*) является статистическим методом анализа результатов наблюдений одновременно действующих факторов, выбора наиболее важных из них и оценки их влияния. Современный метод дисперсионного анализа развивался в связи с приложениями к бытовым задачам, в частности, в задачах сельского хозяйства. Основной целью ANOVA является исследование значимости различия между средними в выборках, а для его применения целесообразно нормальное распределение данных.

Дисперсионный анализ — это инструмент анализа, используемый в статистике, который разбивает наблюдаемую кумулятивную изменчивость в наборе данных, на две части: систематические факторы и случайные факторы. Систематические факторы имеют статистический эффект на данный набор данных, в то время как случайные факторы - нет.

ANOVA — это начальный этап анализа факторов, влияющих на данный набор данных. Как только тест завершён, аналитик выполняет дополнительное тестирование методических факторов, которые в значительной степени способствуют несогласованности набора данных. Аналитик использует результаты теста ANOVA в f-тесте для получения дополнительных данных, которые согласуются с предлагаемыми регрессионными моделями.

В некоторых ситуациях принятия решений выборочные данные могут быть разделены на различные группы, то есть можно предположить, что выборка состояла из k подвыборок. Таким образом, в этих ситуациях мы должны сравнивать средние значения различных групп по одному или нескольким критериям.

ANOVA позволяет сравнивать более двух групп одновременно, чтобы определить, существует ли связь между ними. Результат формулы ANOVA, F-

статистика (также называемая F-отношением), позволяет анализировать несколько групп данных для определения изменчивости между выборками и внутри выборок.

Если между тестируемыми группами не существует реальной разницы, которая называется нулевой гипотезой, то результат статистики F-отношения ANOVA будет близок к 1.

ANOVA имеет множество применений в финансах, экономике, науке, медицине и социальных науках.

Модель параметрического ANOVA представлена следующим образом:

$$x_{ij} = \mu + F_j + \varepsilon_{ij} ,$$

где x_{ij} - значение исследуемой переменной j-го порядка, полученной на i-м уровне фактора;

μ – среднее значение;

F_j - эффект, обусловленный влиянием фактора i-го уровня;

ε_{ij} - изменение, вызванное влиянием неконтролируемых факторов.

Будем считать, что количество наблюдений на каждом уровне фактора одинаково и равно q. Оформим результаты наблюдений в виде таблицы:

Таблица 1. Таблица наблюдений для одномерного дисперсионного анализа

| Номер испытания | Уровни фактора F_j | | | |
|-----------------|----------------------|----------|-----|----------|
| | F_1 | F_2 | ... | F_p |
| 1 | x_{11} | x_{12} | ... | x_{1p} |
| 2 | x_{21} | x_{22} | ... | x_{2p} |
| ... | ... | ... | ... | |
| q | x_{q1} | x_{q2} | ... | x_{qp} |

Обозначим усреднение по какому-либо индексу звёздочкой вместо индекса, тогда средний показатель для i -того уровня фактора примет вид:

$$\bar{x}_{i*} = \frac{\sum_{j=1}^p x_{ij}}{p},$$

а общая средняя:

$$\bar{x}_{**} = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q x_{ij}}{qp},$$

Рассмотрим сумму квадратов отклонений наблюдений x_{ij} от общей средней \bar{x}_{**} :

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_{**})^2 \\ &= \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{i*} - \bar{x}_{**})^2 \\ &+ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_{i*})^2 + 2 \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_{i*})(\bar{x}_{i*} - \bar{x}_{**})^2, \end{aligned}$$

Или $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$.

После некоторых преобразований в результате получим следующее тождество:

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

где $Q = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_{**})^2$ - общая сумма квадратов отклонений;

$Q_1 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{i*} - \bar{x}_{**})^2$ - сумма квадратов отклонений групповых средних от общей средней (межгрупповая сумма квадратов отклонений);

$Q_2 = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (x_{ij} - \bar{x}_{i*})^2$ – сумма квадратов отклонений наблюдений от групповых средних (внутригрупповая сумма квадратов отклонений).

В сумме $Q = Q_1 + Q_2$ заключена основная идея дисперсионного анализа. Это равенство показывает, что общая вариация Q складывается из изменчивости между группами (Q_1) и «внутри» групп (Q_2).

Результат F-статистики (также называемая F-отношением):

$$F = \frac{\frac{Q_1}{p-1}}{\frac{Q_2}{q-p}} = \frac{MS_B}{MS_R},$$

$$\text{где } MS_B = \frac{Q_1}{p-1}, MS_R = \frac{Q_2}{q-p}.$$

Многие люди не знают об этом факте, но параметрический анализ может дать надёжные результаты, даже если ваши непрерывные данные ненормально распределены. Вы просто должны быть уверены, что размер вашей выборки соответствует требованиям для каждого анализа. В большинстве случаев параметрические тесты имеют большую мощность. Если эффект действительно существует, то параметрический анализ с большей вероятностью обнаружит его.

1.2. Непараметрический дисперсионный анализ

Непараметрические методы позволяют работать с данными из выборок, про распределение которых ничего не известно, в то время как использование параметрических методов подразумевает точное определение распределения имеющихся данных. Для каждого параметрического критерия существует хотя бы один непараметрический.

Для некоторых наборов данных непараметрический анализ даёт преимущество, поскольку он оценивает медиану, а не среднее значение. Среднее значение не всегда является лучшим показателем центральной тенденции для выборки. Но у непараметрического анализа есть твёрдые предположения, которые могут быть более трудными для выполнения.

Непараметрическая статистика может включать определенную описательную статистику, статистические модели, выводы и статистические тесты. Структура модели непараметрических методов не определяется априори, а определяется на основе данных.

Термин «непараметрический» не означает, что в таких моделях полностью отсутствуют параметры, а скорее означает, что количество и характер параметров являются гибкими и не фиксируются заранее. Гистограмма - это пример непараметрической оценки распределения вероятностей.

Всякий непараметрический метод применяется в ситуации, когда методы нормальной теории не «работают». В большинстве они требуют не действительные значения наблюдений, а только их ранги. Можно подумать, что, применяя такой метод, мы можем потерять информацию, содержащуюся в генеральных выборках, но исследования показывают, что это не так. Непараметрические методы менее эффективны, если рассматриваемые наблюдения нормальны, но помимо этого они могут оказать куда более эффективными при работе с данными, чье распределение отлично от нормального. [7]

Непараметрическая статистика получила признание благодаря простоте использования. Поскольку потребность в параметрах отпадает, данные становятся более применимыми к большому количеству тестов. Этот тип статистики может использоваться без среднего значения, размера выборки, стандартного отклонения или оценки любых других связанных параметров, когда эта информация недоступна.

Плюсом методов параметрического анализа является возможность исключения ошибок второго рода, т.е. не отвергается нулевая гипотеза при её ложности. Одновременно с этим существует трудность о установлении неверных предположений о характере распределений используемых данных.

Многие непараметрические тесты фокусируются на порядке или ранжировании данных, а не на самих числовых значениях. Другие непараметрические тесты полезны для данных, упорядочение которых невозможно, например, для категориальных данных. Эти тесты обычно фокусируются на различиях между выборками в медианах, а не на их средних значениях, как это видно в параметрических тестах. Преимущества непараметрических тестов заключаются в том, что они могут быть единственной альтернативой, когда размеры выборки очень малы, если только распределение населения точно не известно, они делают меньше предположений о данных, они полезны при анализе данных, которые по своей сути находятся в рангах или категориях, и они часто имеют более простые вычисления и интерпретации, чем параметрические тесты. Основным недостатком непараметрических тестов является то, что они обычно менее эффективны, чем их параметрические аналоги.

Критерий Вилкоксона – статистический непараметрический критерий, используемый для сравнения двух связанных выборок, сопоставленных выборок или повторных измерений на одной выборке. Используется для анализа повторных измерений, когда одни и те же испытуемые оцениваются в двух различных условиях эксперимента. По сути, тесты вычисляют разницу между наборами пар и анализируют эти различия, чтобы установить, отличаются ли они друг от друга статистически значимо. [7]

Рассматривается следующая задача: мы имеем $2n$ наблюдений.

Таблица 2. Таблица значений для критерия Вилкоксона

| Объект i | X_i | Y_i |
|------------|-------|-------|
| 1 | X_1 | Y_1 |
| 2 | X_2 | Y_2 |
| ... | ... | ... |

| | | |
|---|-------|-------|
| n | X_n | Y_n |
|---|-------|-------|

Обозначим

$$Z_i = \theta + e_i, i = 1, \dots, n,$$

где e_i - ненаблюдаемые случайные величины,

θ – неизвестный параметр эффекта «обработки», интересующий нас.

Все e_i взаимно независимы для любого значения i и принадлежат непрерывной совокупности, которая симметрично относительно нуля.

Для того, чтобы проверить гипотезу $H_0: \theta = 0$, надо выполнить следующие действия:

1. Вычислить абсолютные разности $|Z_i|$. Пусть R_i есть ранг $|Z_i|$ в совместной ранжировке от меньшего к большему.
2. Определить переменные-счётчики $\varphi_i, i = 1, \dots, n$, где:

$$\varphi_i = \begin{cases} 1, \text{ если } Z_i > 0, \\ 0, \text{ если } Z_i < 0. \end{cases}$$

3. Вычислить n произведений $R_i * \varphi_i$ и получить

$$T^+ = \sum_{i=1}^n R_i * \varphi_i,$$

или же сумму рангов.

- 1.1. Для одностороннего критерия H_0 против альтернативы $\theta > 0$ на уровне значимости α :

а) Отклонить H_0 , если $T^+ < \frac{n(n+1)}{2} - t(\alpha, n)$.

б) Принять H_0 , если $T^+ > \frac{n(n+1)}{2} - t(\alpha, n)$.

- 1.2. Для двустороннего критерия H_0 против альтернативы $\theta \neq 0$ на уровне значимости $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$:

а) Отклонить H_0 , если $T^+ \leq \frac{n(n+1)}{2} - t(\alpha_1, n)$ или $T^+ \geq t(\alpha_2, n)$.

б) Принять H_0 , если $\frac{n(n+1)}{2} - t(\alpha_1, n) < T^+ < t(\alpha_2, n)$.

На практике этот тест легко выполнить с помощью программного обеспечения для статистического анализа или электронной таблицы.

Критерий Фридмана даёт возможность проверки гипотез о различии более чем двух повторных измерений по уровню выраженности изучаемой переменной. ANOVA Фридмана - непараметрическая альтернатива однофакторному дисперсионному анализу с повторными измерениями.

Непараметрическая проверка гипотезы Фридмана предназначена для проверки различий между группами (три или более парными группами), когда зависимая переменная является по крайней мере порядковой. Предпочтение отдается тесту Фридмана по сравнению с другим непараметрическим тестом в ситуации, когда один и тот же параметр был измерен в разных условиях на одном и том же предмете. Пример: мониторинг содержания сыворотки пациента до лечения, через один месяц и через три месяца лечения.

Предполагается, что рассматриваемые переменные (уровни) измерены, как минимум, в порядковой шкале (ранжированы). Нулевая гипотеза состоит в том, что разные столбцы данных содержат выборки, извлечённые или из одной и той же популяции, или извлечённые из популяций, имеющих равные медианы. Таким образом, интерпретация результатов критерия та же, что для ANOVA с повторными измерениями.

Предположения теста Фридмана:

- группа представляет собой случайную выборку из совокупности,
- нет взаимодействия между блоками (строками) и уровнями обработки (столбцами),

- одна группа, которая измеряется в трех или более разных случаях,
- данные должны быть как минимум порядковыми или непрерывными.

Рассматривается следующая задача: данные содержат nk наблюдений по одному наблюдению на каждую обработку в каждом из n блоков.

Таблица 3. Таблица значений для критерия Фридмана

| Блоки | Выборки | | | |
|-------|----------|----------|-----|----------|
| | 1 | 2 | ... | k |
| 1 | X_{11} | X_{12} | ... | X_{1k} |
| 2 | X_{21} | X_{22} | ... | X_{2k} |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| n | X_{n1} | X_{n1} | ... | X_{nk} |

Мы принимаем модель:

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + e_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, k,$$

где μ – неизвестное общее среднее,

β_i – эффект блока i ,

τ_j – неизвестный эффект обработки j ,

$$\sum_{i=1}^n \beta_i = 0 \text{ и } \sum_{j=1}^k \tau_j = 0.$$

Все случайные ошибки e взаимно независимы и извлечены из одной непрерывной совокупности.

По имеющимся предположениям требуется проверить гипотезу:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k .$$

Для проверки гипотезы нужно выполнить следующие действия:

1. Проранжировать k наблюдений отдельно внутри каждого блока от меньшего к большему. Обозначить через r_{ij} ранг X_{ij} в совместной ранжировке.
2. Найти

$$\sum_{i=1}^n r_{ij} = R_j, \frac{R_j}{n} = R_{*j}, \frac{k+1}{2} = R_{**}.$$

3. Вычислить

$$S = \frac{12n}{k(k+1)} \sum_{j=1}^k (R_{*j} - R_{**})^2 = \left[\frac{12}{nk(k+1)} \sum_{j=1}^k R_j^2 \right] - 3n(k+1).$$

4. На уровне значимости α :

$$\begin{cases} \text{Отклонить } H_0, \text{ если } S \geq s(\alpha, k, n), \\ \text{Принять } H_0, \text{ если } S < s(\alpha, k, n), \end{cases}$$

где $s(\alpha, k, n)$ – константа, удовлетворяющая уравнению $P_0\{S \geq s(\alpha, k, n)\} = \alpha$.

Критерий с приближенным уровнем значимости α :

$$\begin{cases} \text{Отклонить } H_0, \text{ если } S \geq \chi_{(k-1, \alpha)}^2, \\ \text{Принять } H_0, \text{ если } S < \chi_{(k-1, \alpha)}^2. \end{cases}$$

Тест Манна-Уитни является альтернативой t -критерию независимых выборок, когда предположения, требуемые последним, не соответствуют данным. Наиболее распространенный сценарий – тестирование переменной результата с ненормальным распределением на небольшой выборке. Этот критерий основан на статистике

$$U = W - \frac{1}{2}m(m+1) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \delta_{ij},$$

где W – статистика Вилкоксона, предназначенная для проверки этой же гипотезы.

$$\delta_i = \begin{cases} 1, \text{ если } X_i < Y_j, \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Если гипотеза H_0 верна, то

$$EU = \frac{nm}{2}, DU = \frac{nm(n+m+1)}{12}.$$

U критерий - наиболее мощный (чувствительный) непараметрическая вариант t-критерия для независимых выборок; по сути, в определенных случаях он обладает даже более значимой мощностью, чем t-критерий.

Требования для проведения теста Манна-Уитни:

- две случайные независимые выборки,
- данные являются непрерывными,
- шкала измерения должна быть порядковой.

Критерий Краскера-Уоллиса используется, когда у вас есть одна номинальная переменная и одна ранжированная переменная. Он проверяет, являются ли средние ранги одинаковыми во всех группах. Критерий Краскера-Уоллиса является непараметрическим, и это означает, что он не предполагает, что данные имеют нормальное распределение. Как и большинство непараметрических тестов, он выполняется на ранжированных данных, поэтому наблюдения необходимо преобразовать в ранги, если это изначально не так.

Хотя Краскера-Уоллиса не предполагает, что данные нормальны, он предполагает, что различные группы имеют одинаковое распределение, а группы с различными стандартными отклонениями имеют разные распределения. Если данные не соответствуют этому условию, то критерий ничем не лучше ANOVA, а может быть и хуже.

Он подобен критерию Манна-Уитни, но, в сравнении с ним, критерий Краскера-Уоллиса работает с более чем двумя выборками, в то время как Манна-Уитни работает только с двумя.

Критерий Краскера-Уоллиса проводит проверку гипотезы: сопоставляемые выборки имеют одно и тоже распределение или распределения с одной и той же медианой. [6]

Рассматривается следующая задача: данные состоят из $N = \sum_{j=1}^k n_j$ наблюдений, по n_j наблюдения на каждую j -ю выборку, $j = 1, \dots, k$.

Таблица 4. Таблица значений для критерия Краскера-Уоллиса

| Выборки | | | |
|-------------|-------------|-----|-------------|
| 1 | 2 | ... | k |
| X_{11} | X_{12} | ... | X_{1k} |
| X_{21} | X_{22} | ... | X_{2k} |
| ... | ... | ... | ... |
| $X_{n_1 1}$ | $X_{n_2 2}$ | ... | $X_{n_k k}$ |

Исходная модель имеет следующий вид:

$$X_{ij} = \mu + \tau_j + e_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, k,$$

где μ – неизвестное общее среднее,

τ_j – неизвестный эффект обработки j и $\sum_{j=1}^k \tau_j = 0$.

Все случайные ошибки e взаимно независимы и извлечены из одной непрерывной совокупности.

По имеющимся предположениям требуется проверить гипотезу:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_k .$$

Для проверки того, что не все τ равны между собой, надо выполнить следующие действия:

1. Проранжировать все N наблюдений вместе, от меньшего к большему. Обозначить через r_{ij} ранг X_{ij} в совместной ранжировке.

2. Найти

$$\sum_{i=1}^n r_{ij} = R_j, \frac{R_j}{n_j} = R_{*j}, \frac{N+1}{2} = R_{**}.$$

3. Вычислить

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k n_j (R_{*j} - R_{**})^2 = \left[\frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3(N+1).$$

4. На уровне значимости α :

$$\begin{cases} \text{Отклонить } H_0, \text{ если } H \geq h(\alpha, k, (n_1, \dots, n_k)), \\ \text{Принять } H_0, \text{ если } H < h(\alpha, k, (n_1, \dots, n_k)), \end{cases}$$

где $h(\alpha, k, (n_1, \dots, n_k))$ – константа, удовлетворяющая уравнению $P_0\{S \geq h(\alpha, k, (n_1, \dots, n_k))\} = \alpha$.

Если гипотеза H_0 верна, то статистика H имеет асимптотическое распределение χ^2 с $k - 1$ степенями свободы.

Приближенный критерий уровня α таков:

$$\begin{cases} \text{Отклонить } H_0, \text{ если } S \geq \chi_{(k-1, \alpha)}^2, \\ \text{Принять } H_0, \text{ если } S < \chi_{(k-1, \alpha)}^2. \end{cases}$$

2. Применение методов дисперсионного анализа

Развитие высокотехнологичных отраслей является одним из приоритетов инновационного развития как на уровне мировой экономики, так и в России. Актуальным является оценка эффективности деятельности предприятий в разрезе отраслей и временных периодов. В рамках данной работы мы анализируем материалоемкость продукции как один из показателей эффективности предприятий.

Целью настоящей работы является выявление закономерностей и анализ динамики показателя материалоемкости в разрезе высокотехнологичных отраслей России и временных периодов. Тестируется гипотеза о повышении эффективности деятельности (снижении материалоемкости) предприятий высокотехнологичных отраслей в условиях кризисного периода 2013-2017 гг.

Метод исследования: дисперсионный анализ показателей эффективности предприятий (материалоемкости и зарплатоемкости). В связи с несоответствием нормальному закону исследуемого показателя и его динамики (рис. 1), для тестирования применялись непараметрические критерии дисперсионного анализа (критерии Фридмана и Вилкоксона для повторных измерений).

2.1. Исходные данные

Выборка предприятий сформирована по данным системы СПАРК. В неё включались все предприятия высокотехнологичных отраслей, выручка которых превышала 50 млн. р. ежегодно за 2013-2017 гг. [2]

В разрезе отраслей стали сформированы следующие выборки:

- 1) Высокотехнологичные отрасли промышленности:
 - 1.1) Производство лекарственных средств и материалов (ВЭД 21) – 107 предприятий;
 - 1.2) Производство компьютеров (ВЭД 26) – 101 предприятие;
- 2) Высокотехнологичные отрасли сферы услуг:

- 2.1) Разработка компьютерного программного обеспечения и оказание соответствующих услуг (ВЭД 62) – 255 предприятий;
 - 2.2) Деятельность в области информационных технологий (ВЭД 63) – 113 предприятий;
 - 2.3) Научные исследования и разработки (ВЭД 72) – 422 предприятия.
- Далее эти выборки предприятий анализировались в разрезе:

- отраслей, указанных выше;
- временных периодов: сравнивались данные за 2013 (докризисный период), 2015 (пик кризиса) и 2017 гг. (адаптация к кризису);
- размеров предприятий: крупные, средние, малые и микро.

2.2. Исследуемый показатель

В рамках настоящей работы анализируется показатель материалоемкости, который определяется как сырьё/выручка*100% и зарплатоёмкость, который определяется как зарплата/выручка*100%. Это показатели, характеризующих эффективность бизнеса. Чем меньше материалоемкость продукции, тем больше в ней добавленной стоимости и прибыли.

2.3. Анализ исходных данных

Исследуем показатели на нормальность и однородность, чтобы убедиться в возможности применения непараметрического дисперсионного анализа. Исследования проводились с использованием программы STATISTICA.

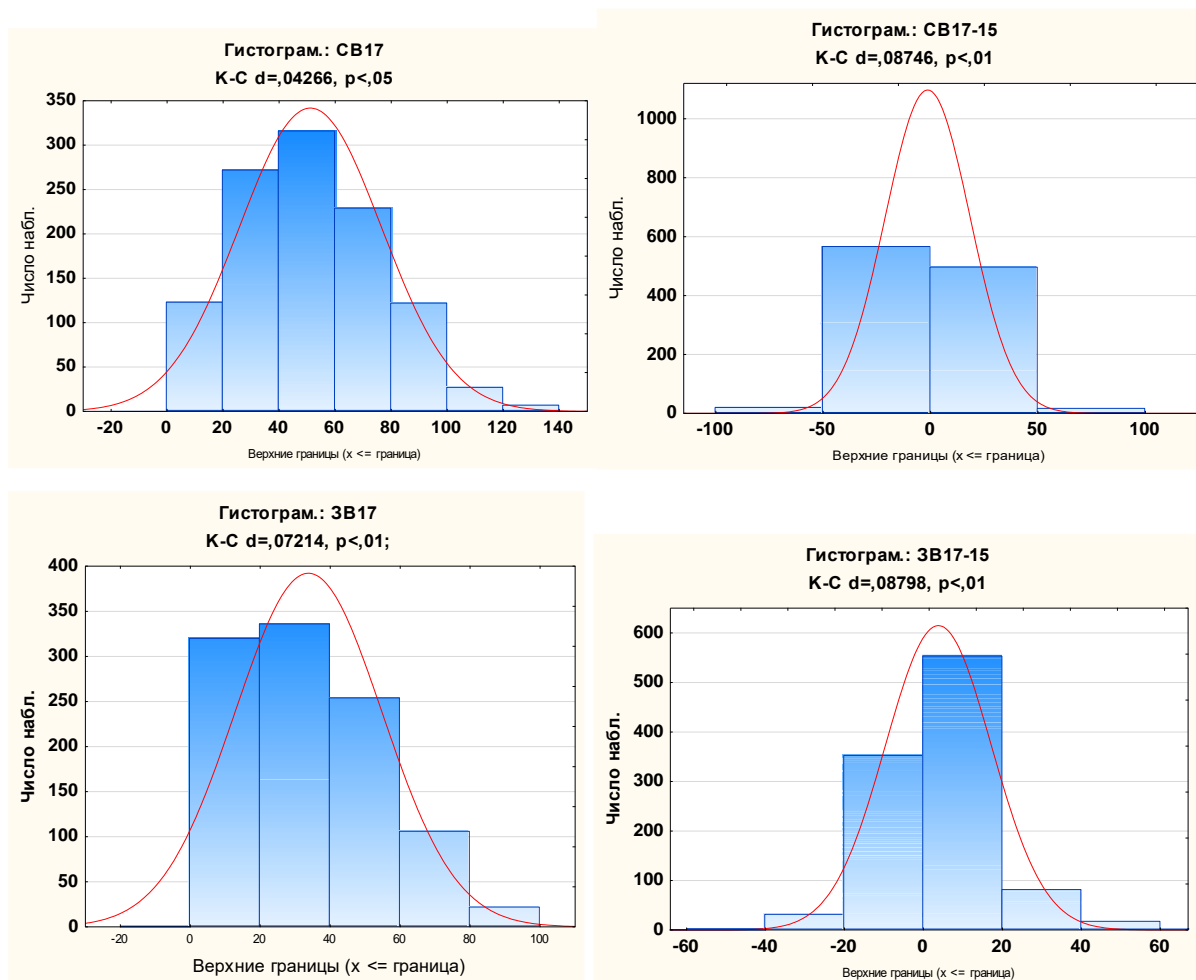


Рисунок 1. Гистограммы распределения характеристики зарплатоёмкость и материалоёмкость и их динамики с соответствующими кривыми распределения по нормальному закону

По критерию Колмогорова-Смирнова гипотеза о нормальности распределения данных отклоняется.

Учитывая полученные результаты, при исследовании использовались, в основном, ранговые (свободные от вида распределения) критерии:

- критерий Вилкоксона для сравнения двух зависимых групп.

2.4. Анализ динамики

Анализ агрегированного (суммарного по ВЭД и Размеру) показателя материалоёмкости. Он уменьшился в сравнении 2013 и 2015 гг., 2015 и 2017 гг., 2013 и 2017 гг. с высоко значимыми различиями в периоды 2013-2015 гг. и 2013-2017 гг. и со статистически значимыми различиями за период 2015-2017 гг по критерию Вилкоксона.

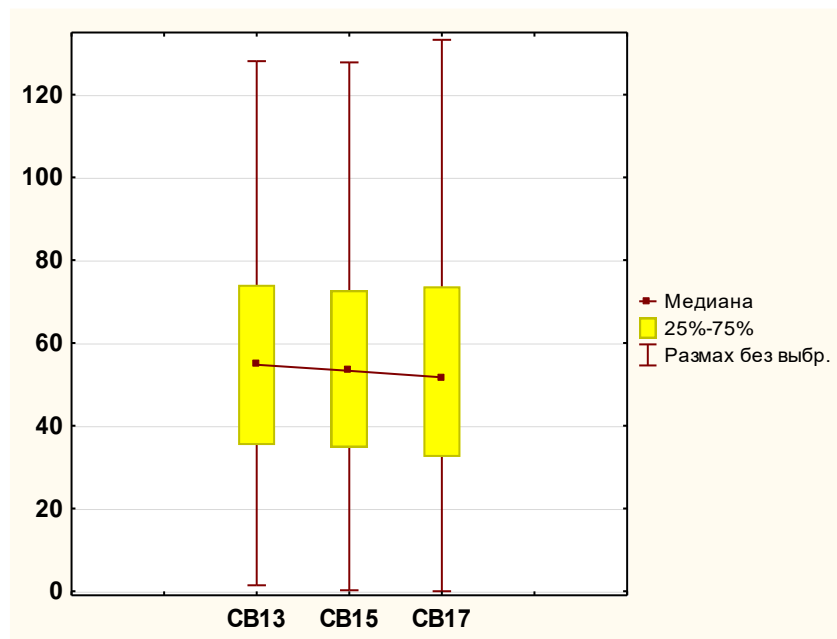


Рисунок 2. Диаграмма размаха показателя материалоёмкость (квадрат - медиана, прямоугольник - квартильный размах, усы – полный размах без выбросов)

Следовательно, на уровне полной выборки по всем высокотехнологичным ВЭД в условиях кризиса наблюдается снижение материалоёмкости продукции и повышение эффективности производства.

Анализ агрегированного (суммарного по ВЭД и Размеру) показателя зарплатоёмкость.

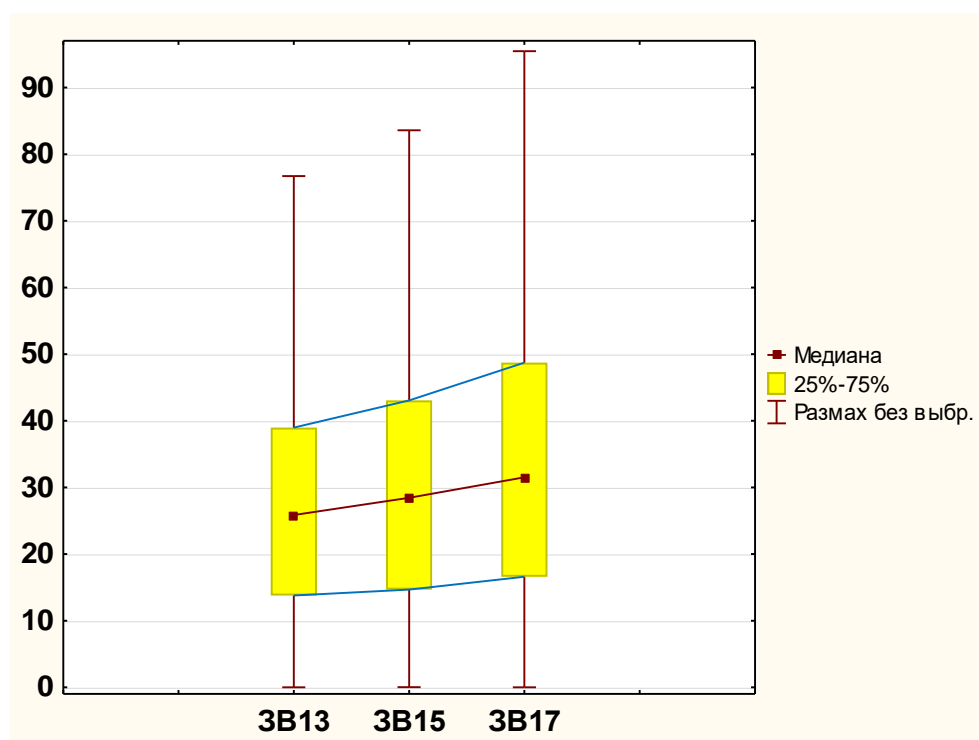


Рисунок 3. Диаграмма размаха показателя зарплатоёмкость (квадрат - медиана, прямоугольник - квартильный размах, усы – полный размах без выбросов)

Он вырос в сравнении 2013 и 2015 гг., 2015 и 2017 гг., 2013 и 2017 гг. с высоко значимыми различиями в каждом случае по критерию Вилкоксона и Фридмана.

Анализ динамики показателя материалоемкости в разрезе ВЭД и Размера.

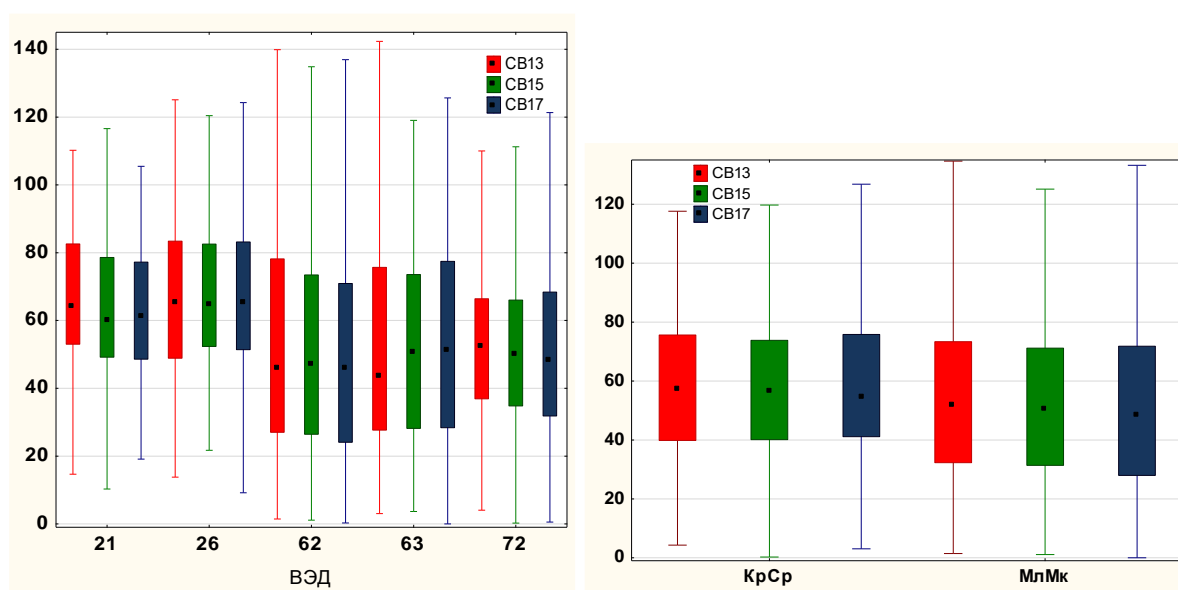


Рисунок 4. Материалоемкость продукции по годам в разрезе ВЭД и размера (квадрат - медиана, прямоугольник - квартильный размах, усы – полный размах без выбросов)

Таблица 5. Сравнение Сырье/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. по ВЭД (критерий Вилкоксона) #

| | ВЭД | | | | | Размер | |
|-------------|-----|----|----|----|------|--------|------|
| | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 | КрСр | МлМк |
| 2013 & 2015 | C† | H | P† | H | C*** | C* | C** |
| 2015 & 2017 | H | H | H | H | C* | H | C* |
| 2013 & 2017 | H | H | C* | P* | C*** | H | C*** |

P – рост, C – снижение, H – нет значимых различий; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

Следовательно, снижение материалоемкости продукции и повышение эффективности производства, указанное в предыдущем пункте, было достигнуто за счёт предприятий сектора научных исследований и разработок (ВЭД 72 и частично ВЭД 62), а также малых и микропредприятий. В других отраслях, а также у крупных и средних предприятий значимое снижение материалоемкости и прирост доли добавленной стоимости в выручке в целом не наблюдаются.

Анализ динамики показателя зарплатоёмкость в разрезе ВЭД и Размера.

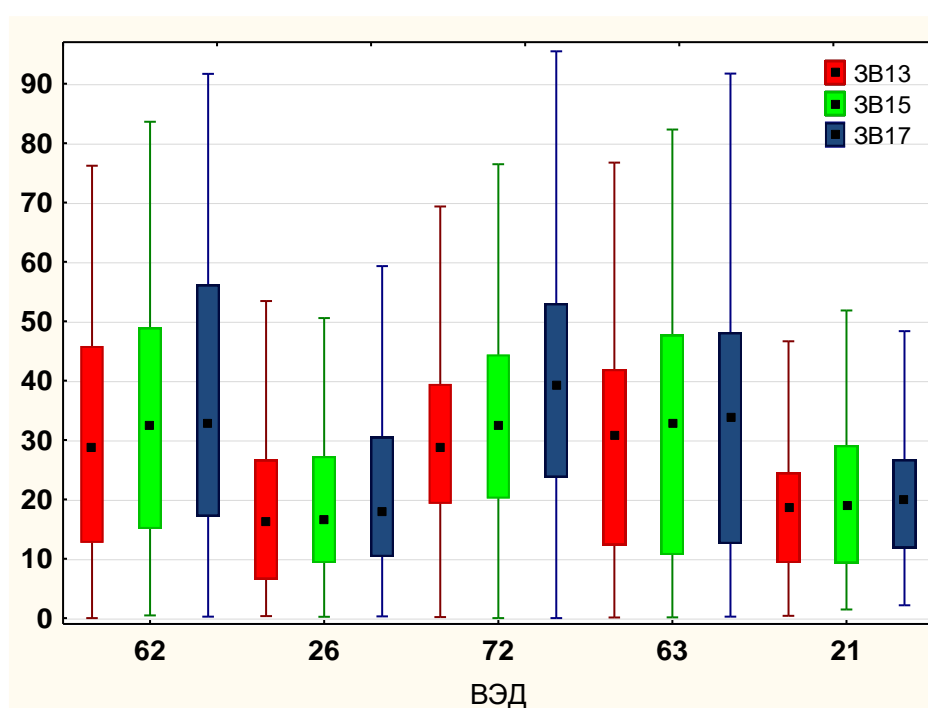


Рисунок 5. Зарплатоёмкость в разрезе ВЭД по годам (квадрат - медиана, прямоугольник - квартильный размах, усы – полный размах без выбросов)

Таблица 6. Сравнение Зарплата/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. по ВЭД (критерий Вилкоксона) #

| | ВЭД | | | | |
|-------------|-----|-----|------|----|------|
| | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 |
| 2013 & 2015 | H | H | P** | P* | P*** |
| 2015 & 2017 | H | P** | P*** | H | P*** |

| | | | | | |
|-------------|----|-----|------|----|------|
| 2013 & 2017 | p* | p** | p*** | p* | p*** |
|-------------|----|-----|------|----|------|

Р – рост, С – снижение, Н – нет значимых различий; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

Таблица 7. Исследование показателей на однородность по годам (значения критерия Краскела-Уоллиса)

| Год | Показатель | |
|------|------------|-------|
| | СВ | ЗВ |
| 2013 | 0,000 | 0,000 |
| 2015 | 0,000 | 0,000 |
| 2017 | 0,000 | 0,000 |

Мы видим, что критерий Краскела-Уоллиса высоко значим ($p = .000$). Таким образом, характеристики различных ВЭД значимо отличаются друг от друга, следовательно – выборки неоднородны.

Таблица 8. Исследование Сырьё/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. на однородность (критерий Манна-Уитни) #

| Год | 2013 | | | | | 2015 | | | | | 2017 | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ВЭД | 62 | 26 | 72 | 63 | 21 | 62 | 26 | 72 | 63 | 21 | 62 | 26 | 72 | 63 | 21 |
| 62 | | V** * | H* | O | V** * | | V** * | O | O | V** * | | V** * | O | O | V** * |
| 26 | H** * | | H** * | V** * | O | H** * | | H** * | V** * | O | H** * | | H** * | V** * | V* |
| 72 | V* | V** * | | V* | V** * | O | V** * | | V* | V** * | O | V** * | | V* | V** * |
| 63 | O | H** * | H* | | H** * | O | H** * | O | | H** * | O | H** * | O | | H** * |
| 21 | H** * | O | H** * | V** * | | H** * | O | H** * | V** * | | H** * | H* | H** * | V** * | |

В – показатель в левом столбце выше, Н – показатель в левом столбце ниже, О – однородные данные; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

Таблица 9. Исследование Зарплата/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. на однородность (критерий Манна-Уитни) #

| Год | 2013 | | | | | 2015 | | | | | 2017 | | | | |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ВЭД | 62 | 26 | 72 | 63 | 21 | 62 | 26 | 72 | 63 | 21 | 62 | 26 | 72 | 63 | 21 |
| 62 | | V** * | O | O | V** * | | V** * | O | O | V** * | | V** * | H* | O | V** * |
| 26 | H** * | | H** * | H** * | O | H** * | | H** * | H** * | O | H** * | | H** * | H** * | O |
| 72 | O | V** * | | O | V** * | O | V** * | | O | V** * | V* | V** * | | V** * | V** * |
| 63 | O | V** * | O | | V** * | O | V** * | O | | V** * | O | V** * | H** * | | V** * |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|---|-----|-----|--|-----|---|-----|-----|--|-----|---|-----|-----|--|
| 21 | H** | | H** | H** | | H** | | H** | H** | | H** | | H** | H** | |
| | * | О | * | * | | * | О | * | * | | * | О | * | * | |

В – показатель в левом столбце выше, Н – показатель в левом столбце ниже, О – однородные данные; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

По критерию Манна-Уитни полностью неоднородными являются 6 пар выборок, частично неоднородными являются пары ВЭД 62 и 72 (неоднородность данных за 2017 год) и ВЭД 63 и 72 (неоднородность данных за 2017 год). Пары ВЭД 62 и 63, 26 и 21 являются однородными во всех трёх случаях.

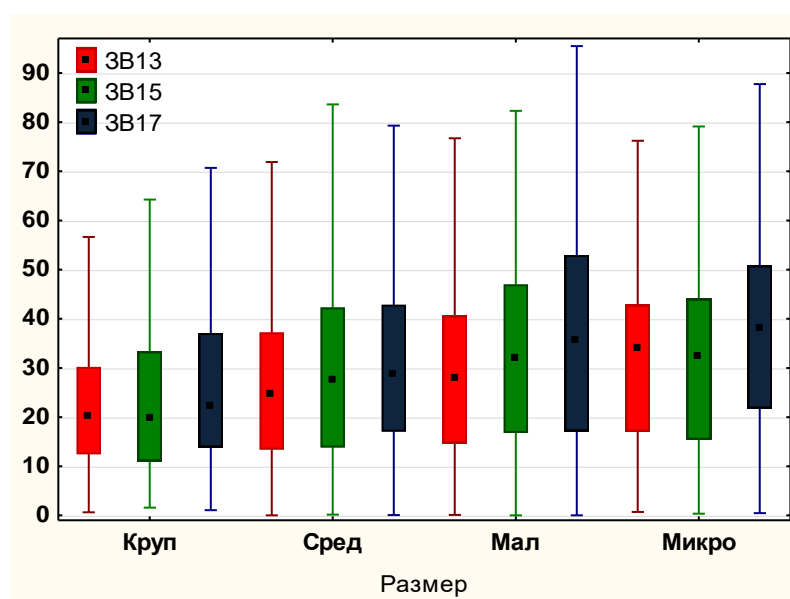


Рисунок 6. Диаграмма размаха

Таблица 10. Сравнение Зарплата/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. по ВЭД и размеру (критерий Вилкоксона)

#

| | | ВЭД | | | | | Размер | | | |
|------|---|-----|-----|------|-----|------|--------|------|------|------|
| | | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 | Кр | Ср | Мл | Мк |
| 2013 | & | Н | Н | Р* | Р* | Р*** | С* | Р*** | Р*** | Н |
| 2015 | | | | | | | | | | |
| 2015 | & | Н | Р** | Р*** | Н | Р*** | Р*** | Р** | Р*** | Р*** |
| 2017 | | | | | | | | | | |
| 2013 | & | Р* | Р* | Р*** | Р** | Р*** | Р** | Р*** | Р*** | Р*** |
| 2017 | | | | | | | | | | |

Р – рост, С – снижение, Н – нет значимых различий; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

Наблюдается высокосignимый рост параметра в средних, малых и микро-компаниях во все периоды и в крупных в период 2015-2017 гг., и статистически значимое снижение в крупных компаниях в период начала кризиса. Рост в период начала кризиса наблюдается у ВЭД 62 и 63 (статистически значимый) и 72 (высоко значимый). В период окончания кризиса рост наблюдается у ВЭД 26 (сильно значимые различия), 62 и 72 (высоко значимые различия). За весь период рост наблюдается у всех ВЭД.

Анализ динамики показателя материалоемкости в разрезе отраслей (ВЭД) и размеров предприятий.

Таблица 11. Сравнение Сырье/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. в разрезе ВЭД и размера (критерий Вилкоксона) #

| | Размер | | | | | | | | | |
|-------------|--------|----|----|----|----|----------------|----|----|----|------|
| | КрСр | | | | | МлМк | | | | |
| ВЭД | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 |
| 2013 & 2015 | Н | Н | Н | Н | С* | Н | Н | С* | Н | С* |
| 2015 & 2017 | Н | Н | С* | Р* | Н | С* | Н | Н | Н | С** |
| 2013 & 2017 | Н | Н | Н | Н | С* | С † | Н | С* | Р* | С*** |

Р – рост, С – снижение, Н – нет значимых различий; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

Отрицательная динамика для малых предприятий и микропредприятий наблюдается в ВЭД 21 (Производство лекарственных средств и материалов) - слабо значимые различия в период 2013-2017 гг. и статистически значимые в 2015-2017 гг.; в ВЭД 72 (Научные исследования и разработки) – статистически значимые в 2013-2015 гг., сильно значимые в 2015-2017 гг. и высоко значимые в течение всего периода кризиса с 2013 по 2017 гг. Статистически значимая отрицательная динамика прослеживается в ВЭД 62 (Разработка компьютерного программного обеспечения и оказание соответствующих услуг) в периоды 2013-2015 гг. и 2015-2017 гг.

Положительная динамика наблюдается для крупных и средних предприятий в ВЭД 63 (Деятельность в области информационных технологий) – статистически значимые изменения в 2013-2017 гг.

Анализ динамики показателя зарплатоёмкость в разрезе отраслей (ВЭД) и размеров предприятий.

Таблица 12. Сравнение Зарплата/Выручка за 2013, 2015 и 2017 гг. в разрезе ВЭД и размера (критерий Вилкоксона) #

| | Размер | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|----|----|----|----------|----|----|--------|----|----------|-----|--------|---------|--------|----------|-------|----|--------|----|---------|
| | Кр | | | | | Ср | | | | | Мал | | | | | Микро | | | | |
| ВЭД | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 | 21 | 26 | 62 | 63 | 72 |
| 2013 & 2015 | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Н | Р | Р** * | Н | Н | Р* * | Р † | Р** * | Н | Н | Н | Н | Н |
| 2015 & 2017 | Н | Н | Н | Н | Р** | Н | Н | Р † | Н | Р** | Н | Р * | Р* * | Н | Р** * | Н | Н | Р * | Н | Р* * |
| 2013 & 2017 | Н | Н | Н | Н | Р** * | Н | Н | Р * | Н | Р** * | Н | Р † | Р† | Р † | Р** * | Н | Н | Р * | Н | Р* * |

Р – рост, С – снижение, Н – нет значимых различий; уровень значимости различий: *** - $p < 0,0005$, высоко значимые различия; ** - $p < 0,005$, сильно значимые различия; * - $p < 0,05$, статистически значимые различия; † - $p < 0,10$, слабо значимые различия.

Крупные предприятия показывают незначительные изменения в ВЭД 62 и 63, 21 и 26 и высокосignимые изменения в ВЭД 72. Средние предприятия демонстрируют высокосignимые изменения в ВЭД 72 и незначимые или слабосignимые в прочих ВЭД. Малые предприятия – высокосignимые различия в ВЭД 72 и незначимые или слабосignимые в прочих. Микропредприятия – сильнозначимые в ВЭД 72 и незначимые в других ВЭД.

Рост наблюдается у крупных, средних малых и микро предприятий ВЭД 72.

Эти результаты дополняют и детализируют сделанные в предыдущих пунктах выводы.

2.5. Результаты проведённого исследования

Анализ динамики показателя материалоемкость выявил высоко значимое снижение показателя у ВЭД 72 и малых и микропредприятий. Это

свидетельствует о повышении доли добавленной стоимости и эффективности производства в условиях кризисного периода 2013-2017 гг. В разрезе размера и ВЭД высоко значимое снижение показателя наблюдается у малых и микропредприятий сектора научных разработок.

Анализ динамики выявил статистически значимый рост показателя зарплатоёмкости в условиях кризиса 2015-2017 гг (по сравнению с 2013 годом) и введения экономических санкций у следующих отраслей: ВЭД 26, 62, 72. На наш взгляд, это типичная ситуация, которая возникает в условиях кризисов и снижения объёмов продаж. Предприятия указанных выше отраслей (где выявлен рост показателя) стремятся сохранить персонал и уровень его зарплаты. Выручка существенно падает, а фонд зарплаты уменьшается незначительно. Поэтому показатель зарплатоёмкости у таких отраслей растёт.

Это плохо отражается на рентабельности предприятий таких отраслей, так как доля добавленной стоимости, которая остаётся в виде прибыли уменьшается. Однако для таких предприятий и отраслей — сохранение персонала приоритетная задача. Эти отрасли снижают социальную напряжённость во время кризисов, сохраняя персонал и зарплату. Однако длительный период кризиса заставит эти отрасли тоже сокращать персонал или же может привести к убыткам и банкротству предприятий.

В отношении отрасли ВЭД 21 установлено, что показатель зарплатоёмкости у них не возрос (не изменился) в условиях кризисного периода 2015-2017 гг по сравнению с 2013 годом. Этот факт означает, что в случае снижения выручки в условиях кризиса предприятия соответствующих отраслей тут же реагировали сокращением персонала или снижением ФОТ (Фонда оплаты труда), например, путём уменьшения премий. Такой подход позволил предприятиям этих отраслей сохранить рентабельность, однако имел негативные социальные последствия в условиях кризиса в виде сокращения персонала или уменьшения ФОТ.

3. Социальная ответственность

3.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно Ст. 108 ТК РФ режим офисного работника в течении рабочего дня не должен превышать 8 часов с перерывом на обед от 30-ти минут до 2-х часов. Необходимо придерживаться правильного режима труда и отдыха, чтобы избежать вредного воздействия компьютера на здоровье человека.

Рабочее место должно быть организовано с учетом требований ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания».

3.2. Производственная безопасность

Для идентификации потенциальных факторов был использован ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Список опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды можно представить в виде таблицы (Табл. 13).

Таблица 13. Возможные опасные и вредные факторы

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|---|----------------|------------------|------------------|--|
| | Разработ ка | Изготовл ение | Эксплуат ация | |
| 1. отклонение параметров микроклимата в помещении | + | + | | СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания |
| 2. недостаточная освещённость рабочей зоны | + | + | + | |
| 3. повышенный уровень шума на рабочем месте | + | + | | |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| 4. опасность поражения электрическим током | + | + | + | ГОСТ Р 58698-2019 Защита от поражения электрическим током |
|--|---|---|---|--|

1. Отклонение параметров микроклимата в помещении.

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Понижение температуры и повышение скорости движения воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма.

Нормы оптимальных и допустимых показателей устанавливает СанПиН 1.2.3685-21. Работа, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 139 Вт. Допустимые нормы микроклимата приведены в таблице 14.

Таблица 14. Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энергопотребления, Вт | Температура воздуха, °С | | Температура воздуха поверхностей | Относительная влажность воздуха | Скорость движения воздуха | |
|-------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|---|
| | | Диапазон ниже оптимальных величин | Диапазон выше оптимальных величин | | | Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более | Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более |
| Холодный | Ia (до 139) | 20,0 - 21,9 | 24,1 - 25,0 | 19,0 - 26,0 | 15 - 75 | 0,1 | 0,1 |
| Тёплый | Ia (до 139) | 21,0 - 22,9 | 25,1 - 28,0 | 20,0 - 29,0 | 15 - 75 | 0,1 | 0,2 |

В производственных помещениях, где допускаемые нормативные величины локального микроклимата поддерживать не представляется возможным,

необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегрева и охлаждения. Это достигается разными способами: использование систем местного кондиционирования воздуха; регламентацией периодов работы в неблагоприятном локальном микроклимате и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние и др.

2. Недостаточная освещённость рабочей зоны.

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растёт вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму. Нормы оптимальных и допустимых показателей устанавливает СанПиН 1.2.3685-21.

Таблица 15. Нормы оптимальных и допустимых значений освещенности.

| Помещение | Рабочая поверх ность и плоскос ть нормир ования КЕО и освещё нности и высота плоскос ти над полом, м | Естественное освещение | | Совмещённое освещение | | Искусственное освещение | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|------------------|---------------------------------------|--|---|
| | | КЕО , % | | КЕО , % | | Освещённость, лк | | | Объеди нённый показат ель диском форта, UGR, не более | Коэффи циент пульсац ии освещё нности, Кп, %, не более |
| | | при верхнем или комбинир ованном освещени и | при боков ом осве щени и | при верхнем или комбинир ованном освещени и | при боков ом осве щени и | при комбиниро ванном освещении | | при обще м осве щени и | | |
| | | | | | | всег о | от общ его | | | |
| Кабинеты, рабочие комнаты | Г-0,8 | 3,0 | 1,0 | 1,8 | 0,6 | 400 | 200 | 300 | 21 | 15 |

К средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся: источники света; осветительные приборы; световые проемы; светозащитные устройства.

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Основной источник создаваемого шума в помещении – это другие электрические машины и система охлаждения компьютера.

Повышенный уровень шума может привести к хронической бессоннице, сердечным заболеваниям, нарушениям слуха, повышению в организме гормонов стресса, снижению иммунитета, неврозам.

Может возникнуть шумовая болезнь, которая далеко не всегда поддаётся лечению.

Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья и самочувствия у сверхчувствительных лиц. Допустимые значения уровня шума ограничены СанПиН 1.2.3685-21.

Таблица 16. Допустимые значения уровня шума.

| Назначение помещений или территорий | Время суток | Для источников постоянного шума | | | | | | | | Для источников непостоянного шума | | |
|-------------------------------------|-------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|-----------------------------------|---|--|
| | | Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровни звука L(A), дБА | Эквивалентные уровни звука, L(Aэкв.), дБА | Максимальные уровни звука, L(Aмакс), дБА |
| | | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Учебные кабинеты, аудитории образовательных организаций | - | 79 | 63 | 52 | 45 | 39 | 35 | 32 | 30 | 28 | 40 | 40 | 55 |
|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть средства коллективной защиты (СКЗ) и средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Средства коллективной защиты: устранение причин шума или значительное его ослабление в источнике возникновения; изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения; использование средств, снижающих шум и вибрацию на пути их передачи;

4. Опасность поражения электрическим током.

Электробезопасность подразумевает под собой систему мероприятий, технических и организационных, направленных на защиту людей от опасного воздействия электрического тока, статического электричества и электромагнитного поля. Значения вышеперечисленных факторов регулируются ГОСТ Р 58698-2019.

Таблица 17. Пороги напряжения прикосновения для реагирования.

| Характер реагирования | Пороги напряжения |
|-----------------------|---------------------|
| Реакция испуга | 2 В переменный ток |
| | 8 В постоянный ток |
| Мышечная реакция | 20 В переменный ток |
| | 40 В постоянный ток |

Меры защиты: посредством системы безопасного сверхнизкого напряжения (БСНН) и защитного сверхнизкого напряжения (ЗСНН).

3.3. Экологическая безопасность

Основными отходами являются черновики бумаги, отработавшие люминесцентные лампы и картриджи. Если бумага содержит коммерческую тайну, руководитель предприятия должен позаботиться о том, чтобы данный материал прошёл полное измельчение, а после был отправлен на утилизацию. Люминесцентные лампы собирают в отдельные контейнеры и направляют на утилизацию в соответствующую организацию. Картриджи разбирают на отдельные составляющие, каждый вид запчасти складывают в отдельный контейнер, а после данной процедуры каждый контейнер отправляют на утилизацию в соответствующие организации.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

3.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Основными причинами возникновения пожара считаются: использование неисправных электроприборов; перегрузка сети; курение не в специальных местах; оставление электрических приборов без присмотра на долгое время.

Для устранения оснований появления и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться мероприятия: а) использование только исправного и надежного оборудования; б) осуществление периодических инструктажей по пожарной безопасности; в) отключение электрического оборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по завершении работ; г) курение в строго отведённом месте; д) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии применяются первичные средства пожаротушения. Водные огнетушители используют для тушения очагов пожара без электроэнергии. Углекислотные и

порошковые огнетушители предусмотрены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м.

3.5. Выводы по разделу

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где была разработана бакалаврская работа, можно сделать вывод, что помещение удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

4. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Наша услуга – исследование эффективности предприятия во временном периоде методом дисперсионного анализа. Целевым рынком являются компании, имеющие данные о деятельности за этот период. Помимо исследования эффективности за период (ретроспективный), могут быть произведены следующие виды анализа: полный, текущий и тематический (зависимый от объема и типа данных компании). Основной конкурент на рынке – аудиторские компании, оказывающие бухгалтерские и экономические услуги.

Таблица 18. Карта сегментированного рынка.

| | | Вид анализа | | | |
|-----------------|---------|-------------|-----------------|---------|--------------|
| | | Полный | Ретроспективный | Текущий | Тематический |
| Размер компании | Крупные | | | | |
| | Средние | | | | |
| | Малые | | | | |

 Аудиторские компании

По табл. 1 видно, какие ниши на рынке услуг по анализу эффективности предприятия свободны или имеют низкую конкуренцию.

Результатом сегментирования является:

- определение основных сегментов услуги: крупные, средние и малые компании, имеющие данные за указанный период;
- наиболее актуальным для предприятий является анализ текущего состояния эффективности компании и полный анализ компании – на это можно сосредоточиться в будущих разработках.

4.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для её будущего повышения.

Основным конкурентом непараметрическому дисперсионному анализу является параметрический дисперсионный анализ. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в табл. 2., где:

ф – непараметрический дисперсионный анализ,

к1 – параметрический дисперсионный анализ.

Таблица 19. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | Конкурентоспособность | |
|---|--------------|-------|-----|-----------------------|------|
| | | Бф | Бк1 | Кф | Кк1 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | |
| 1. Простота использования программы | 0,2 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| 2. Надежность результатов | 0,2 | 5 | 4 | 1 | 0,8 |
| 3. Полнота данных | 0,15 | 5 | 5 | 0,75 | 0,75 |
| 4. Достоверность полученных результатов | 0,25 | 5 | 4 | 1,25 | 1 |
| 5. Потребность в ресурсах памяти | 0,05 | 5 | 5 | 0,25 | 0,25 |
| 6. Возможность применения результатов для дальнейшего прогнозирования | 0,15 | 5 | 4 | 0,75 | 0,6 |
| Итого | 1 | | | 5 | 4,4 |

Итогом выбора между непараметрическим и параметрическим дисперсионным анализом станет первый, т.к. он набрал более высокий показатель конкурентоспособности.

4.3. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ

применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 3.

Таблица 20. Матрица SWOT

| | | |
|--|--|---|
| | <p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>1. Полученные результаты показывают тенденции развития предприятий автомобильной промышленности России</p> | <p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>1. Большой объем исследовательских данных</p> |
| <p>Возможности:</p> <p>1. Применение полученных результатов при государственном регулировании развития автомобильной промышленности</p> | <p>На основе тенденций имеется возможность прогнозировать исследуемые экономические показатели. А также полученные результаты можно применять при государственном регулировании развития подраздела DM</p> | <p>В связи с тем, что в данном научно-исследовательском проекте применяется большая база исследуемых данных, исследования проводились с использованием языка R для статистической обработки данных и программа STATISTICA для более достоверных результатов</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>Угрозы:</p> <p>1. Отсутствие спроса на разработанную модель</p> | <p>В случае отсутствия спроса или появления новых конкурентов в данной области исследования проект может оказаться не рентабельным</p> | <p>В связи с тем, что обработка данных является затруднительной, есть риск получить неточные прогнозы. Для устранения данной проблемы требуются высококвалифицированные специалисты</p> |
|---|--|---|

Результатом анализа стало следующее: мы можем смело выделить сильные стороны разработки, слабые, её возможности и угрозы для потенциального клиента.

4.4. Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1. Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой могут входить:

- 1) руководитель проекта (Р);
- 2) бакалавр (Б).

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.

Таблица 21. Комплекс работ по разработке проекта

| Основные этапы | № | Содержание работ | Должность исполнителя |
|----------------|---|------------------|-----------------------|
|----------------|---|------------------|-----------------------|

| | | | |
|--|---|---|------------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение научного задания | Бакалавр, Руководитель |
| Выбор направления исследований | 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Бакалавр |
| | 3 | Выбор направления исследований | Бакалавр, Руководитель |
| | 4 | Анализ исходных данных | Бакалавр |
| | 5 | Выбор метода выполнения | Бакалавр, Руководитель |
| | 6 | Календарное планирование работ по теме | Бакалавр, Руководитель |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 7 | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Бакалавр |
| | 8 | Применение выбранного метода к данным | Бакалавр |
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Анализ результатов работы | Бакалавр, Руководитель |

В результате был составлен перечень этапов работ в рамках проведения научного исследования.

4.4.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -й работы, человекодни;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -й работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -й работы, человеко-дни;

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$ - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_k = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

где T_k – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Вычислим коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

Рассчитанные временные показатели были сведены в таблицу 5, представленную ниже, где Б – бакалавр, Р – руководитель.

Таблица 22. Временные показатели осуществления комплекса работ

| № работ ы | Продолжительность работ | Исполнители | T_{pi} , человеко- дни | T_{ki} , человеко- дни |
|--------------|-------------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | | | |

| | $t_{\min i}$, человеко- дни | $t_{\max i}$, человеко- дни | $t_{\text{ож} i}$, человеко- дни | | Р | Б | Р | Б |
|---|------------------------------------|------------------------------------|---|---------------|---|----|---|----|
| 1 | 1 | 3 | 2 | Б, Р | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 14 | 18 | 16 | Б | 0 | 16 | 0 | 20 |
| 3 | 3 | 5 | 2 | Б, Р | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 7 | 12 | 9 | Б | 0 | 9 | 0 | 11 |
| 5 | 3 | 6 | 4 | Б, Р | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 6 | 2 | 4 | 2 | Б, Р | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 7 | 14 | 7 | Б | 0 | 7 | 0 | 9 |
| 8 | 14 | 18 | 16 | Б | 0 | 16 | 0 | 20 |
| 9 | 5 | 7 | 6 | Б, Р | 3 | 3 | 4 | 4 |
| | | | | Итого: | 8 | 56 | 9 | 69 |

На основе таблицы 4 составлен календарный план-график, показывающий продолжительность выполнения работ ВКР. В результате планирования графика, продолжительность работ равна двум месяцам (табл. 6).

Таблица 23. Календарный план-график выполнения работ

| № работы | Наименование работы | Исполнители | дни | Продолжительность выполнения работ, дни | | | | | | |
|-------------|--|------------------------|-----|---|----|----|--------|----|----|-----|
| | | | | март | | | апрель | | | май |
| | | | | 10 | 20 | 30 | 10 | 20 | 30 | 10 |
| 1 | Составление и утверждение научного задания | Бакалавр, Руководитель | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Бакалавр | 20 | | | | | | | |
| 3 | Выбор направления исследований | Бакалавр, Руководитель | 1 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

4.5.1. Расчёт материальных затрат НТИ

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и доставку. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 6.

Таблица 24. Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы (З _м), руб. |
|-----------------------------|-------------------|------------|-------------------|--|
| Бумага | Пачка | 1 | 250 | 250 |
| Картридж для принтера | Шт | 1 | 4000 | 4000 |
| Канцелярские принадлежности | Шт | 1 | 250 | 250 |
| Итого | | | | 4500 |

Итого материальные затраты составляют 4500 рублей.

4.5.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по

конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 25. Расчет затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

| № | Наименование оборудования | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, тыс.руб. | Общая стоимость оборудования, тыс.руб |
|--------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Ноутбук | 1 | 40000 | 40000 |
| 2 | ПО | 1 | 3000 | 3000 |
| Итого: | | | | 43000 |

Ноутбук приобретается на 4 года (48 месяцев) и амортизационное начисление (линейным методом) за время работы над проектом (69 дней) составит 1916,66 рублей.

4.5.3. Основная заработная плата

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$ – продолжительность работ, выполняемых научнотехническим работником, раб. дн.;

T_p – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} * М}{F_{д}}$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$М$ – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{тс} * (1 + k_{пр} + k_{д}) * k_{р}$$

где $З_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{тс}$);

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{тс}$);

$k_{р}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Результат расчетов заработных плат представлен в таблице 8.

Таблица 26. Расчёт основной заработной платы

| Исполнители | $З_{тс}$, руб | $k_{пр}$ | $k_{д}$ | $З_{м}$, руб | $З_{дн}$, руб | T_p , дни | $З_{осн}$, руб |
|--------------|----------------|----------|---------|---------------|----------------|-------------|-----------------|
| Руководитель | 33300 | 0,3 | 0,2 | 64935 | 2691 | 8 | 21528 |
| Бакалавр | 9893 | 0 | 0 | 12861 | 533 | 56 | 29848 |
| ИТОГО | | | | | | | 51376 |

4.5.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} * (З_{осн} + З_{доп})$$

где $k_{внеб}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.

Таблица 27. Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнители | Основная ЗП, руб |
|--|------------------|
| Руководитель | 21528 |
| Бакалавр | 29848 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 0,3 |
| ИТОГО | 15412,8 |

4.5.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = k_{\text{пр}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{внеб}}) + \text{Затраты на электроэнергию}$$

где $k_{\text{пр}}$ - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$\text{Затраты на электроэнергию} = 0,2 * 47 * 6 * 5,8 = 327,12$$

$$З_{\text{накл}} = 52361,4 * 0,16 + 327,12 = 8705$$

4.5.6. Формирование бюджета затрат НТИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 10.

Таблица 28. Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| 1. Материальные затраты НТИ | 4500 |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 44916,66 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 51376 |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 15412,8 |
| 5. Накладные расходы | 8705 |
| 6. Бюджет затрат НТИ | 124910,46 |

Общие затраты НТИ составят 124910,46 рублей.

4.6. Определение ресурсной эффективности исследования

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в виде таблицы 11.

Таблица 29. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии | Вес критерия | Непар. ДА | Пар. ДА |
|---|--------------|--------------|---------|
| 1. Простота использования программы | 0,2 | 5 | 5 |
| 2. Надежность результатов | 0,2 | 5 | 4 |
| 3. Полнота данных | 0,15 | 5 | 5 |
| 4. Достоверность полученных результатов | 0,25 | 5 | 4 |
| 5. Потребность в ресурсах памяти | 0,05 | 5 | 5 |
| 6. Возможность применения результатов для дальнейшего прогнозирования | 0,15 | 5 | 4 |
| Итого | 1 | | |

$$I_{p-\text{непар.ДА}} = 5 * 0,2 + 5 * 0,2 + 5 * 0,15 + 5 * 0,25 + 5 * 0,05 + 5 * 0,15 = 5$$

$$I_{p-\text{пар.ДА}} = 5 * 0,2 + 4 * 0,2 + 5 * 0,15 + 4 * 0,25 + 5 * 0,05 + 4 * 0,15 = 4,4$$

Сравнительная характеристика показала, что непараметрический ДА ресурсоэффективнее, чем параметрический.

4.7. Выводы по разделу

В процессе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Полученные результаты говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

В-третьих, проведено планирование НИР, а именно определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НТИ. Результаты соответствуют требованиям к ВКР по срокам и иным параметрам.

Заключение

В работе рассмотрена теория применения дисперсионного анализа. Выявлено, что для имеющихся данных лучше всего применять критерии непараметрического дисперсионного анализа, т.к. выборки не соответствовали нормальному закону распределения. Далее метод дисперсионного анализа был апробирован для решения экономической задачи.

Полученные результаты по всем финансовым показателям свидетельствуют о том, что экономический кризис оказал большое влияние на предприятия секторов научных исследований и разработок, производства компьютеров и разработки программного обеспечения.

Проведённый анализ показал, что снижение материалоемкости и повышение доли добавленной стоимости и эффективности производства в условиях кризисного периода 2013-2017 гг. демонстрируют предприятия сектора научных исследований и разработок, а также малые и микропредприятия. Для этих групп предприятий подтверждена гипотеза о повышении эффективности их деятельности (снижении материалоемкости) в условиях кризиса. Отрасли с высокой материалоемкостью: ВЭД 62 (разработка компьютерного программного обеспечения и оказание соответствующих услуг), 72 (научные исследования и разработки) и 63 (деятельность в области информационных технологий). Отрасли с низкой материалоемкостью: ВЭД 26 (производство компьютеров) и 21 (производство лекарственных средств и материалов).

Существенная часть созданной добавленной стоимости в этих отраслях идёт на выплату заработной платы работникам. Для предприятий это некоторая проблема, так как меньше добавленной стоимости остаётся в качестве прибыли. Однако эти группы приносят существенный социальный эффект, создавая рабочие места и выплачивая существенные суммы денег в виде заработной платы работникам.

Отрасли с высокой зарплатоёмкостью: ВЭД 62 (разработка компьютерного программного обеспечения и оказание соответствующих услуг), 72 (научные исследования и разработки) и 63 (деятельность в области информационных технологий). Отрасли с низкой зарплатоёмкостью: ВЭД 26 (производство компьютеров) и 21 (производство лекарственных средств и материалов). Отрасли с более низкой зарплатоёмкостью создают меньше социальных эффектов, однако предприятия этих отраслей могут оказаться эффективнее, так как экономят на фонде оплаты труда.

Список публикаций студента

1. Влияние владельцев на генерацию и развитие новых предприятий высокотехнологичных отраслей России: экономико-математический анализ / В. В. Спицын, А. А. Михальчук, А. А. Булыкина, А. В. Хижняк // Возможные сценарии будущего России и мира: междисциплинарный дискурс : Сборник научных трудов участников XI Международной Кондратьевской конференции, Москва, 20–21 октября 2020 года / Под редакцией В.М. Бондаренко. – Москва: Межрегиональная общественная организация содействия изучению, пропаганде научного наследия Н.Д. Кондратьева, 2020. – С. 405-415. – DOI 10.46865/978-5-901640-34-0-2020-XX-XX.
2. Спицын, В. В. Динамика выручки предприятий высокотехнологичных отраслей в условиях кризиса: эконометрическое моделирование / В. В. Спицын, Л. Ю. Спицына, А. В. Хижняк // Инновации. – 2020. – № 9(263). – С. 50-59. – DOI 10.26310/2071-3010.2020.263.9.007.
3. Рейтинг "Техуспех" и финансовые показатели высокотехнологичного бизнеса: корреляционный анализ / А. А. Михальчук, А. В. Хижняк, В. В. Спицын, Е. А. Монастырный // Вестник университета. – 2020. – № 11. – С. 44-52. – DOI 10.26425/1816-4277-2020-11-44-52.
4. Развитие высокотехнологичных отраслей промышленности и услуг России: анализ панельных данных за 2017-2018 гг / А. В. Хижняк, А. А. Булыкина, А. А. Михальчук, В. В. Спицын // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2020. – № 1-2. – С. 217-221.

Список использованных источников

1. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. – М.: Наука, 1980. – 512 с.
2. Официальный сайт «Информационного ресурса СПАРК». // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.spark-interfax.ru/> (дата обращения: 25.05.2021)
3. StatSoft, Inc. Electronic Statistics Textbook. – 2013. – StatSoft: Tulsa, OK. URL: <http://www.statsoft.com/textbook/>
4. Халафян А.А., Боровиков В.П., Калайдина Г.В. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных: Основы теории и практика на компьютере. STATISTICA. EXCEL. – Москва: URSS, 2016. – 317 с.
5. Analysis of Variance (ANOVA) // Investopedia URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/anova.asp> (дата обращения: 24.05.2021).
6. Kruskal–Wallis test // Handbook of Biological Statistics URL: <http://www.biostathandbook.com/kruskalwallis.html> (дата обращения: 24.05.2021).
7. Wilcoxon Signed Ranks Test // ScienceDirect URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/wilcoxon-signed-ranks-test> (дата обращения: 24.05.2021).
8. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Исследование зависимостей – М.: Финансы и статистика, 1985. – 487 с.
9. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ. – М.: Изд. иностр. литер., 1963. – 500 с.
10. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
11. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983. – 416 с.

12. Холлендер М., Вульф Д.А. Непараметрические методы статистики, пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – 518 с.